Dosificación de Hormigón

FAURY-JOISEL

Modificado por el Laboratorio de Vialidad

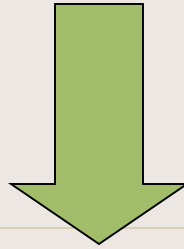
Consideraciones Básicas de la Dosificación

Objetivo:

- Determinar proporciones de los materiales componentes de manera de obtener las condiciones esperadas del hormigón.

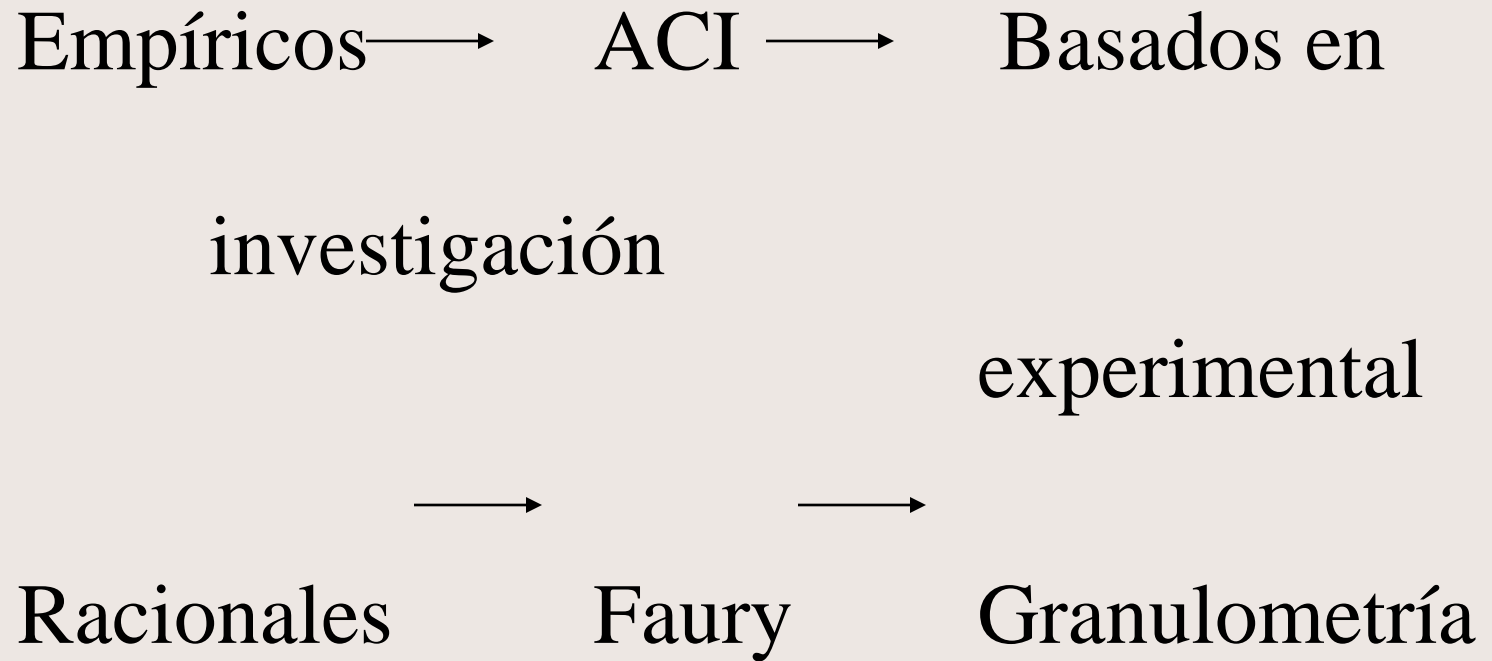
Estas condiciones son particulares de cada obra o parte de la obra y pueden resumirse en la forma que se indica a continuación:

Condiciones Generales para Dosificar

Tipo de Condición	Características que deben considerarse	Parámetros condicionantes
Diseño	Resistencia	Tipo de Cemento Razón w/c
Uso de obra	- Trabajabilidad: Fluidez y Consistencia	Dosis de agua Granulometría
	- Características del elemento	Tamaño Máximo
Durabilidad	- Condiciones ambientales	Tipo de cemento Uso de aditivos
	- Ataques agresivos	Dosis mínima de cemento

Condiciones de partida para dosificación de un hormigón	- Tipo de cemento - Uso de aditivos - Tamaño máximo - Fluidez - Consistencia - Razón w/c

Métodos de Dosificación

Empíricos → ACI → Basados en investigación experimental

Racionales → Faury → Granulometría

Dosificación por Método Faury - Joisel

- Basado en principios granulométricos, para determinar las cantidades de los materiales que permiten otorgar a un determinado hormigón las características previstas.

- Define una curva granulométrica ideal (L), sobre la base de las características del hormigón deseado y los materiales disponibles.

Se trata de obtener una curva granulométrica de referencia o mezcla ideal (L), combinado el cemento con los áridos disponibles, la cual está definida por el tamaño máximo nominal del árido grueso (Dn) y la resistencia del hormigón que se desea obtener, llamada resistencia de diseño (fd) o resistencia media requerida o de dosisficación (fr), a 28 días.

La curva ideal L se representa colocando en el eje de las ordenadas el % en volumen absoluto de los materiales sólidos, a escala lineal, y en el eje de las abscisas las raíces quintas de la abertura de los tamices, en mm.

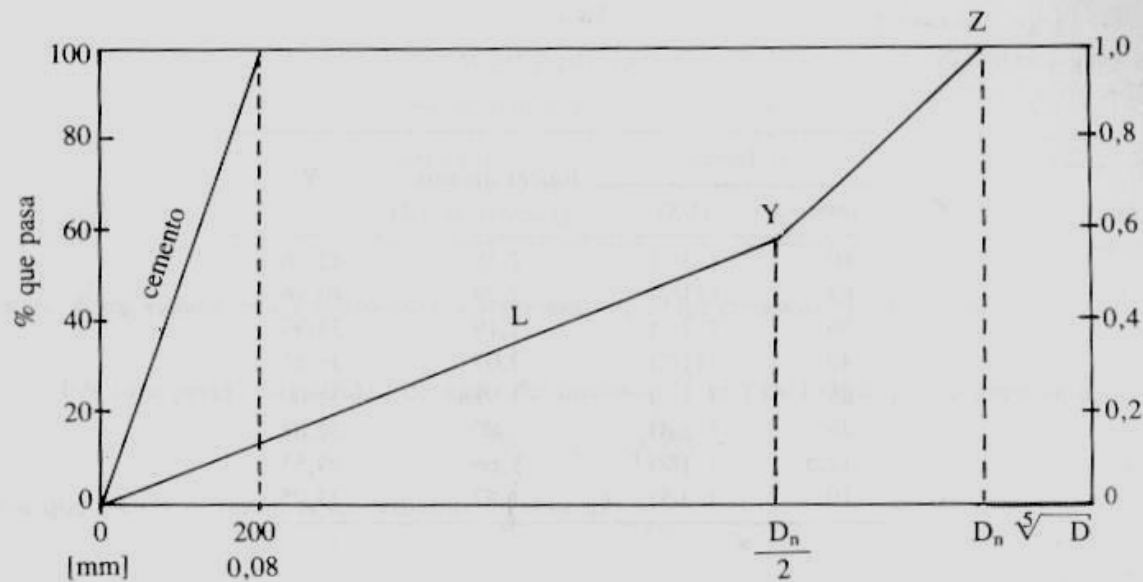



Figura 20.

La curva ideal es una mezcla, en proporciones variables de dos clases de granos:

i) Conjunto de granos finos y medianos, de 0 a Dn/2 (curva OY)

ii) Conjunto de granos gruesos, de Dn/2 a Dn (curva YZ)

iii) El punto 0 (corresponde 0.005 mm) es fijo, y corresponde al menor tamaño de los granos de cemento

iv) El punto Z es variable de acuerdo al Dn del grueso

v) El punto Y, ordenada Dn/2, es función de Dn a través de la siguiente expresión:

$$Y\ (Dn/2) = M + N$$

$$Y\ (Dn/2) = M + 17.8 * \sqrt[5]{Dn}\ (\%)$$

Donde:

M = coef. que depende de las partículas de los áridos, del grado de compactación y de la consistencia del hormigón.

Tabla 18

VALORES DE M

		TIPO DE PARTÍCULAS		
Consistencia	*Compactación*	*Arena rodada* / *Grava rodada*	*Arena Rodada* / *Grava chancada*	*Arena chancada* / *Grava Chancada*
Muy fluida	Nula	32 ó Más	34 ó Más	38 ó Más
Fluida	Débil	30 - 32	32 - 34	36 - 38
Blanda	Media	28 - 30	30 - 32	34 - 36
Plástica[1]	Cuidadosa	24 - 26	26 - 28	28 - 30
Muy firme[1]	Potente	24 - 26	25 - 27	26 - 28
De tierra Húmeda	Muy potente	22 - 24	24 - 26	26 - 29

[1] Estas consistencias son las que normalmente requiere un hormigón para pavimento.

N = coef. que depende del tamaño máximo nominal del árido a emplear.

Tamiz		Raíces quintas	N
(mm)	(US)		
80	(3)	2,38	42,36
63	(2 1/2)	2,29	40,76
50	(2)	2,19	38,98
40	(1 1/2)	2,07	36,85
25	(1)	1,91	34,00
20	(3/4)	1,80	32,04
12,5	(1/2)	1,66	29,55
10	(3/8)	1,57	27,95

Determinación de los sólidos

- Determinar en que proporciones debemos mezclar los materiales para acercarnos al hormigón ideal, basado en que la suma de los volúmenes absolutos del cemento (c), arena (f) y grava (g) debe ser igual a la unidad.

Esto es: $c + f + g = 1$

Determinación del cemento: debemos basarnos en la resistencia de proyecto (f_p) que debe ser a los menos igual a resistencia característica (f_c)

Debemos dosificar para que la resistencia media en obra sea ≥ a la resistencia media de dosificación (f_d) y que satisfaga la resistencia de proyecto (f_p).

Confección del Hormigón	f_d a 28 días
Muy buena	fp * 1,092
Buena	fp * 1,144
Regular	fp * 1,202

La cantidad de cemento se determina según:

$$C = f_d * E$$

E = coef. que varia según el tipo de cemento a usar.

Cemento empleado	“E”
Corriente	1,05
Alta Resistencia	0,95

Por otra parte la cantidad de agua de amasado (l/m^3) esta dada por la expresión: $A = C * (w/c)$

fd a 28 días (Mpa)	**Razón w/c**
41	**0,41**
35	**0,43**
31	**0,46**
26	**0,53**
23	**0,58**
18	**0,78**
14	**0,92**
13	**1,00**

Se deben considerar los áridos gruesos secos por lo que la cantidad de agua de amasado debe ser corregida por la absorción .

Compacidad (z) = volumen de hormigón ocupado por áridos y cemento, dado por Z = 1 – h (m^3)

h = volumen de agua amasado + aire ocluido (ha), obtenido en función del Dn.

Dn,mm	**10**	**12.5**	**20**	**25**	**40**	**50**	**80**
Hº sin AI	30	25	20	15	10	5	3
Hº con AI	80	70	60	50	45	40	35

El porcentaje en volumen correspondiente a la cantidad de cemento determinada (C) queda dado por la expresión:

$$c = \frac{C}{Z * \rho sc}$$

ρsc = densidad del cemento, valor de 3.100 Kg/m^3

Método grafico para determinar proporción de áridos

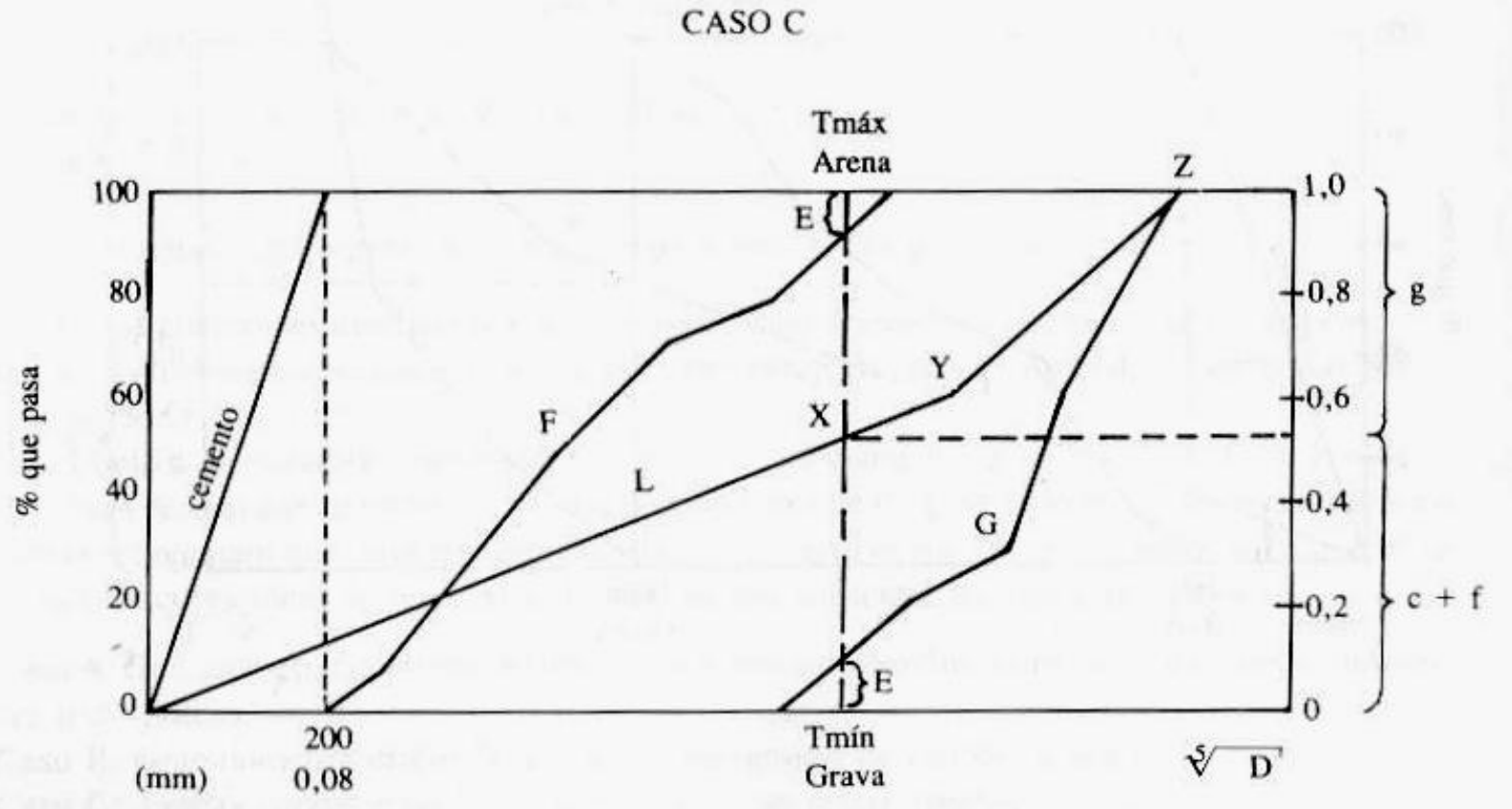
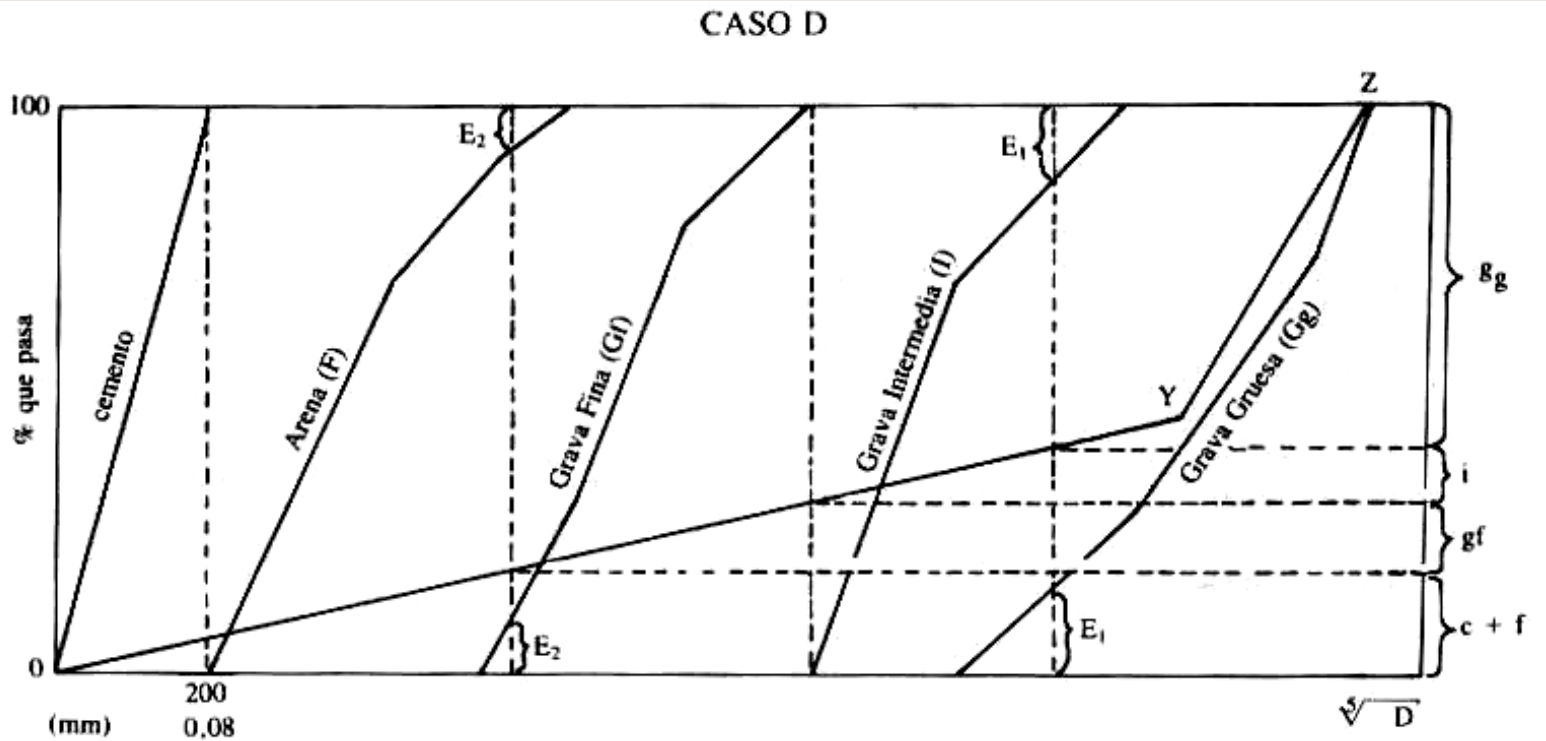
- Permite determinar un pto. x en la curva ideal L, representando en la ordenada proporciones de cemento más arena $x = c + f$
- Como c es conocido, entonces $f = x – c$

y $g = 1 – (c+f) = 1 – x$

Para determinar en forma grafica las proporciones de f y g, se debe dibujar las curvas, % que pasa de f y g, en el mismo grafico donde se ha trazado la curva ideal L. Se pueden presentar los siguientes casos:

Caso A: granulometría continua, coinciden los tamaños máximos del árido fino con el árido grueso

Caso B: no existen ciertos tamaños de granos

Caso C: ambas curvas granulométricas presentan tamaños comunes

Caso D: empleo de dos o más áridos

Una vez obtenidas las proporciones f y g, podemos fácilmente determinar las cantidades de árido grueso G (grava) y árido fino F (arena) a través de la expresión:

$$F = f * z * \rho rsf \ (Kg/m^3)$$

$$G = g * z * \rho rsg (Kg/m^3)$$

En que :

ρrsf = Densidad real de la arena seca de acuerdo a 8.202.21 MC- V8 (LNV 69)

ρrsg= Densidad real de la grava seca de acuerdo a 8.202.20 MC- V8 (LNV 68)

Ejercicio de Dosificación:

Se desea diseñar una mezcla de hormigón de pavimento HF4,5(20)40/2 con una confección buena y consistencia muy firme; para ello se dispone de los áridos grava, grava intermedia chancada y arena rodada, cuyas características son:

Tamiz		Granulometrías		
mm	US	Grava	Grava intermedia	Arena
80	3”			
63	2 ½”			
50	2”	100		
40	1 ½”	95		
25	1”	35	100	
20	¾”	12	93	
12.5	½”	-	-	
10	3/8”	1	36	
5	4		1	100
2.5	8			83
1.25	16			61
0.630	30			38
0.315	50			18
0.160	100			13
0.080	200			2

Densidad Real Seca(ρRs)	2.670	2.690	2.680
Densidad Aparente suelta (ρas)	1.540	1.410	1.660
Densidad Aparente compactada (ρac)	1.690	1.590	1.860
Huecos (%)	43	41	30
Absorción (%)	0.9	1.1	2.1

En primer lugar debemos dosificar para que la resistencia media en obra sea ≥ a la resistencia media de dosificación (f_d) y que satisfaga la resistencia de proyecto (f_p). Entonces:

Supongamos que la resistencia característica de proyecto a flexotracción es de 4,5 Mpa (45,9 Kgf/cm^2) a 90 días y como la resistencia de diseño se debe considerar a 28 días y los cementos chilenos otorgan un aumento de resistencia de 28 a 90 días de un 18,3% como promedio, tenemos que:

fp = 4,5 / 1.183 = 3,8 Mpa (38,7 Kgf/cm^2) a 28 días

El método requiere conocer la resistencia a compresión; considerando que la resistencia a flexotracción es ≈ 1/8 de la resistencia a compresión fp = 3,8 * 8 = 30,4 Mpa a compresión (310 Kgf/cm^2) a 28 días.

Se considera una confección buena para el hormigón de pavimento por lo que, la resistencia media de dosificación es:

$$f_d = 30,4 * 1,144 = 34,8 \text{ Mpa } (355 \text{ Kgf/cm}^2)$$

Determinación de la cantidad de cemento:

$$C = 355 * 0,95 = 337 \text{ Kg/m}^3$$

Razón w/c: para fd = 34,8 Mpa la w/c = 0,43

Agua de amasado: A = w/c * C

$$= 0,43*337 = 145 \text{ l/m}^3$$

Determinación de la compacidad (z) y las proporciones de la mezcla (%)

$$z = 1 - (ha + A)$$

ha = cantidad de aire ocluido en función del Dn

Dn = 40 mm entonces ha = 10 l

$$z = 1 - (0.01 + 0.145) = 0.845 \, m^3$$

% en Volumen Absoluto del cemento:

$$c = \frac{C}{z * \rho sc} = \frac{337 * 100}{0.845 * 3100} = 12.87 \%$$

% volumen absoluto de los áridos (g, i y f), para lo cual usaremos el gráfico, determinando la curva ideal L definida por:

$z = Dn = 40$ mm

$Y (Dn/2) = M + N$ → $Y(20) = 26 + 36,85$

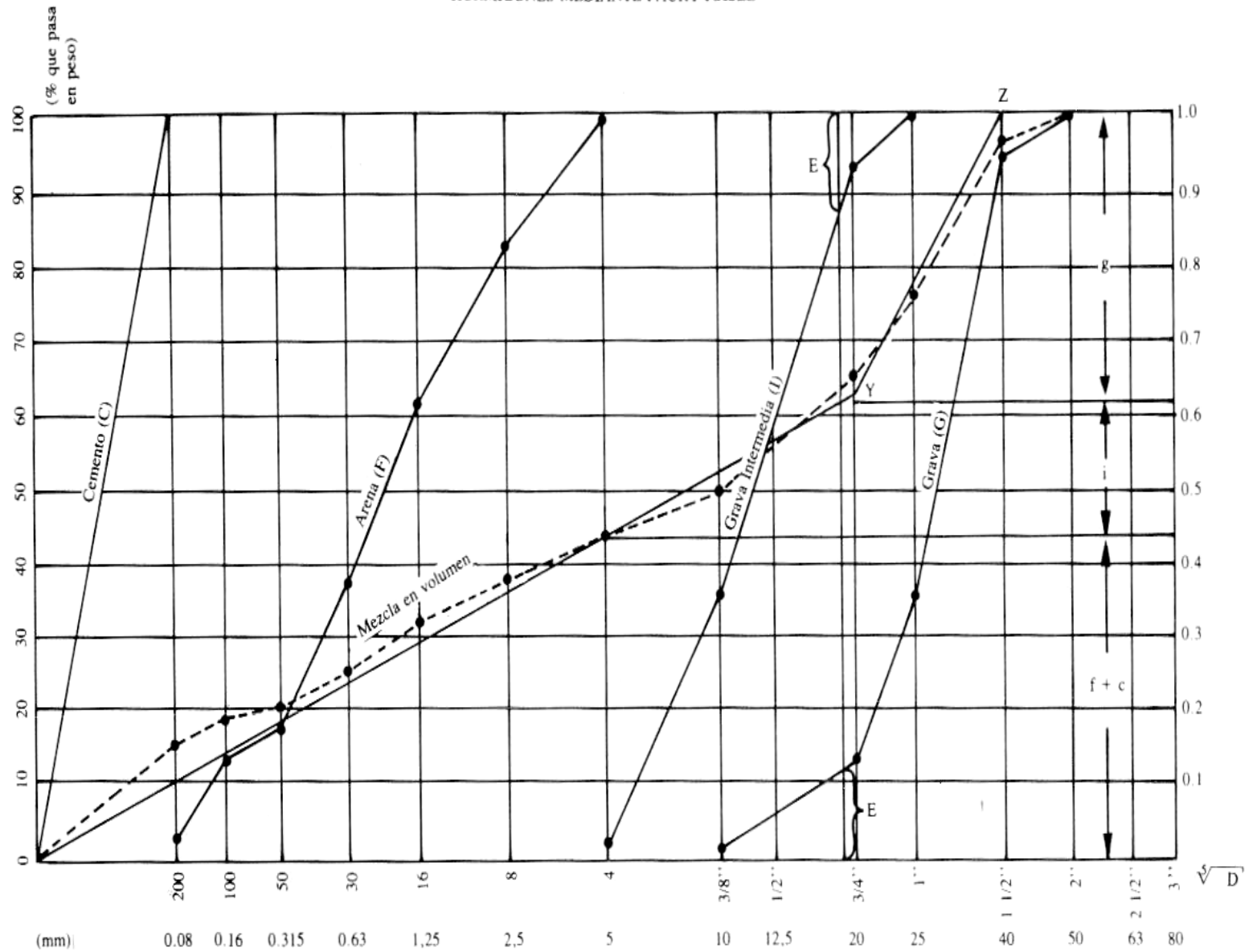
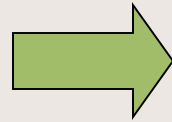
$= 62.85$ (%)

Analizando el gráfico Caso D, obtenemos:

$g = 0.38$

$i = 0.19$

$f = 0.43$

METODO GRAFICO PARA DOSIFICAR
HORMIGONES MEDIANTE FAURY-JOISEL
(% que pasa en peso)
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
Cemento (C)
Arena (F)
Mezcla en volumen
Grava Intermedia (I)
Grava (G)
Z
Y
E
E
g
i
f + c
1.0
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
200
100
50
30
16
8
4
3/8''
1/2''
3/4''
1''
1 1/2''
2''
2 1/2''
3''
$\sqrt[5]{D}$
(mm)
0.08
0.16
0.315
0.63
1,25
2,5
5
10
12,5
20
25
40
50
63
80

Como c es conocido se tiene que:

$x = c + f = 0.43$ $f = 0.43 – 0.1287 = 0.3013$

En resumen:

$g = 0.38$

$i = 0.19$

$f = 0.3013$

$c = 0.1287$

Cantidades en Kg:

$G = g * z * \rho Rs\ g = 0.38 * 0.845 * 2670 = 857$ (Kg/m^3)

$I = i * z * \rho Rs\ i = 0.19 * 0.845 * 2690 = 432$ Kg/m^3)

$F = f * z * \rho Rs\ f = 0.3013 * 0.845 * 2680 = 682$ Kg/m^3)

$C = c * z * \rho Rs\ c = 0.1287 * 0.845 * 3100 = 337$ Kg/m^3)

Determinación del agua de absorción:

$\alpha = G*\alpha g + i*\alpha i + f*\alpha f =$

$857*0.009+432*0.011+682*0.021 = 26.79$ l

$\alpha = 27$ l

agua total = agua de amasado + α

agua total = 145 + 27 = 172 l